

# **Exploración de la Relación entre Coordinación Motriz y Desempeño Académico en Estudiantes entre 11 y 15 Años**

Exploration Of The Relationship Between Motor Skills And Academic Performance In Students Ages 11-15

Farid Salgado Cajales<sup>1</sup>

Colegio Hacienda los Alcaparros

## **Resumen**

La exploración de los sentidos y usos que se le atribuyen al cuerpo en las prácticas que caracterizan la vida escolar ocupan hoy un lugar privilegiado en la educación. Los avances de la neurociencia han intensificado la descripción del efecto de la experiencia corporal en el ámbito escolar. Sus análisis sugieren la implementación de nuevos énfasis y prácticas que contribuyan al cumplimiento de los encargos que tiene la institución escolar a nivel de la relación sujeto-saber y del desarrollo del máximo potencial de las habilidades y competencias de los estudiantes. Este artículo recoge resultados destacados sobre el posicionamiento de la experiencia corporal como fundamento el desarrollo de las funciones y procesos cognitivos de base (Dehaene, Zull, Rigal, Llinas) y muestra los resultados obtenidos en un estudio de caso. Con base en las hipótesis y tesis que emergen de la relación entre experiencia corporal y desarrollo cognitivo y en el marco de la investigación aplicada, se ha venido caracterizando una población estudiantil de secundaria básica en sus desempeños a nivel de la coordinación motriz y logros académicos. La información es recolecta a través de pruebas de tipo psicomotor y académico y se analiza por medio de métodos estadísticos a nivel exploratorio y de correlación. El objetivo de la investigación es identificar variables y factores que hagan más efectiva la articulación de los procesos que se dan en los escenarios de la educación física, el arte, la música y la práctica deportiva con las demandas del desarrollo de las funciones cognitivas y conativas. Para ello se ha venido estructurando una base de datos que facilita la exploración de dicha relación en función de

---

<sup>1</sup> PhD en Ciencias de la Motricidad, Universidad Libre de Bruselas (Bruselas, Bélgica). Docente del Colegio Hacienda los Alcaparros (La Calera, Colombia). farid.Salgado@alcaparros.edu.co

diferentes variables. Los resultados muestran una tendencia, sobre todo en la población femenina, a correlacionar altos desempeños académicos con niveles avanzados de desarrollo de la coordinación motriz.

*Palabras claves:* Coordinación Motriz, Desempeño Académico, Deporte Escolar, Desarrollo.

### **Abstract**

The exploration of the meaning and use of the body in the practices that characterize school life occupy a privileged place in the education. With advances in neuroscience, our ability to describe and understand what is happening in the body during experiences in the school environment has deepened. By analyzing them, new emphases and practices that contribute to aiding the school in meeting its social obligation which is the relation student-knowledge but also to ensure that students reach the maximum potential of their skills and abilities. This article collects outstanding results that show how bodily motor coordination is the foundation for the development of basic cognitive functions and processes (Dehaene, Zull, Rigal, Llinas) and show the results obtained in a case study. A student population of elementary school students ages 11-15 years of age was described by their performance in motor coordination and academic achievement based on the hypotheses and theses that emerge from the relationship between bodily experience and cognitive development and in the framework of applied research. The information was collected through psychomotor and academic tests and analyzed through statistical methods at an exploratory and correlation level. The objective of the research is to identify variables and factors that improve the effectiveness of the articulation of the processes that occur in the scenarios of physical education, art, music, and sports practice with the demands of the development of cognitive and conative functions. For this, a database has been structured that facilitates the exploration of said relationship based on different variables. In the analysis of the results obtained, there is a tendency, especially in the female population, to correlate high academic performance with advanced levels of motor coordination.

*Key words:* Motor Coordination, Academic Performance, School Sport, Development.

## **Más allá de la intuición**

Entre las motivaciones que dieron origen a la Unión de Colegios Bilingües (UCB) fueron notorias las preocupaciones que hacían referencia al cuerpo como protagonista en los diferentes procesos de aprendizaje, especialmente al interior de las pedagogías del descubrimiento. El amplio espectro de experiencias que los estudiantes viven a través de sus cuerpos en la vida escolar fueron objeto de improvisadas conversaciones y fuente de múltiples cuestionamientos y exploraciones. Conscientes de las transformaciones que operan en el cuerpo durante la vida escolar, la UCB priorizó como uno de sus ejes de reflexión y acción la generación de unas experiencias corporales que contribuyeran al proyecto de realización personal de sus estudiantes. En función de dicho marco se diseñaron escenarios, materiales y prácticas acordes a las características del desarrollo biológico, psíquico y social de la población escolar.

Las situaciones de encuentro de la población estudiantil focalizaron en la experiencia corporal la generación, fortalecimiento y cuidado el vínculo social y la consolidación del reconocimiento mutuo. Paralelo a la evolución de esas prácticas se fueron definiendo los objetivos del deporte en el contexto escolar e identificando sus contribuciones frente al logro de los objetivos que se plantean en el ámbito académico. Esto sin duda, favoreció el nivel de implicación de los estudiantes y el rápido incremento de la participación, siendo la búsqueda de cobertura, más que la selección, y la diversificación de la experiencia corporal, más que la especialización, los aspectos que orientan la formulación de toda propuesta.

Muchas de las iniciativas que emergieron para ese entonces respondían en parte a tesis soportadas en la intuición, en especial cuando se trataba de imaginar o proyectar los beneficios asociados. La evaluación de la efectividad y contribución de dichas propuestas ha estado fundamentalmente sustentada en la anécdota y la deducción. En todos estos años, ha sido evidente la ausencia de instrumentos que permitan hacer el seguimiento y la verificación del cumplimiento de los principales objetivos que se ha trazado la UCB con ese amplio despliegue de prácticas corporales. Tal situación genera un cierto grado de incertidumbre a la hora de valorar la real influencia de dichas prácticas, por ejemplo, en la creación de condiciones y disposiciones que favorezcan la relación entre sujeto y saber. Ir más allá de la pura intuición y soportar empíricamente nuestras diferentes tesis sobre la

contribución de las prácticas corporales vigentes en el cumplimiento de los encargos de las instituciones educativas es un requerimiento que no se puede seguir postergando.

Para reforzar esa atribución de valor al ámbito de las experiencias corporales que impactan la vida de los estudiantes, conformamos al interior del colegio Hacienda los Alcaparros un equipo de trabajo con el fin de explorar el vínculo que se establece entre movimiento y pensamiento. Tal elección se atribuye a que gran parte de los argumentos que justifican la formación deportiva en el ámbito escolar y el incremento de las horas de educación física en el plan de estudios evocan la significativa contribución de dichas prácticas en el desarrollo y fortalecimiento de los procesos cognitivos de base. Muchos de esos argumentos están sustentados por algunos estudios del campo de la biología y la neurociencia que han explorado y promocionado dicha relación. Sus avances han permitido identificar y deducir con mayor precisión el tipo de práctica, los procesos y las habilidades del pensamiento que se ven implicados en diferentes experiencias corporales.

### **Objetivo de la investigación**

Explorar la relación entre el desempeño académico de los estudiantes (desarrollo de procesos cognitivos y conativos) y las experiencias corporales movilizadas por la educación física, el deporte, el arte y la música.

### **Contexto e hipótesis**

Uno de los periodos más significativos en los cambios que se observan en el cuerpo humano se da entre los 11 y los 15 años. En ese rango de edad se encuentra la población estudiantil de la secundaria básica cursando los grados sexto, séptimo y octavo. En medio de las aceleradas modificaciones que se producen en el cuerpo de cada uno de estos estudiantes, las instituciones educativas plantean todo un conjunto de aprendizajes que resultan fundamentales para la comprensión de sí mismo, de los demás y del entorno. Favorecer esas adquisiciones en un momento en el que el propio cuerpo está generando unas transformaciones que resultan determinantes para la vida de cada sujeto es un desafío mayor en el campo de la educación.

Es precisamente en ese contexto de cambios significativos que se observan en el cuerpo en donde hemos decidido explorar ese vínculo entre movimiento y pensamiento. De

manera más precisa, hemos definido como objeto de seguimiento y exploración la relación entre coordinación motriz y desempeño académico. La razón fundamental es que el rápido y diferenciado crecimiento de los segmentos corporales que se observa en esas edades genera nuevas y permanentes adaptaciones en los procesos de coordinación motriz<sup>2</sup>. Tal condición compromete el sistema nervioso central con la frecuente generación de adaptaciones y ajustes en relación con el espacio y el tiempo. Paralelamente, ese mismo sistema está siendo objeto de una serie de demandas en términos del desarrollo de procesos cognitivos de base asociados a múltiples aprendizajes. En esas edades, el logro de una efectiva estimulación y desarrollo de los procesos cognitivos de base y su articulación con el ámbito de las competencias, las habilidades y los saberes que fundamentan el desempeño académico se puede ver facilitado por los ajustes que se alcancen en términos de la coordinación motriz.

La hipótesis según la cual existe una relación importante entre la coordinación motriz y el desarrollo de los procesos cognitivos que apoyan el pensamiento ha sido objeto de estudio en diferentes ámbitos. En el marco de la elaboración del documento “Colombia al filo de la oportunidad” (1996), Rodolfo Llinas, neurocientífico colombiano, proponía que la escuela primaria se diera a la tarea de desarrollar la coordinación entre ojo y mano. Según Llinas, un óptimo desarrollo de esa relación aseguraba una plataforma de conexiones en la corteza cerebral que era favorable al desarrollo del pensamiento. Años después, y desde una perspectiva evolucionista, Llinas afirmaba: “la mente es el producto de los procesos evolutivos que han tenido lugar en el cerebro de organismos dotados de movimiento [activo y dirigido]”<sup>3</sup>. Con ello enfatizaba su postura sobre la primacía motora en la construcción del pensamiento. Desde el movimiento activo y dirigido se establecen las bases del desarrollo cognitivo que favorece el pensamiento. Ese movimiento consciente o inteligente es la propiedad biológica que conocemos como “motricidad”<sup>4</sup>.

Desde esa perspectiva evolucionista se deduce que una manifestación de la intersección entre motricidad y pensamiento se expresa en la permanente ejercitación de lo que Llinas resalta como una función primordial del cerebro: la predicción. Dicha función

---

<sup>2</sup> El manejo de las variables de tiempo y espacio en relación con el propio cuerpo, con el entorno y con los objetos se ven significativa y permanentemente afectadas en estas edades.

<sup>3</sup> Llinas, Rodolfo; El cerebro y el mito del yo, (2002).

<sup>4</sup> Idem.

está relacionada, primero, con la permanente recepción y tratamiento de información proveniente del mismo cuerpo y del exterior, y segundo, con la formulación y verificación de hipótesis que terminan orientando el movimiento y atribuyéndole un carácter anticipatorio. Décadas después, Stanislas Dehaene, con base en los resultados de sus investigaciones orientadas a la comprensión de cómo aprende el cerebro, concluye que aprender “es proyectar hipótesis *a priori*”<sup>5</sup>. En el valor que cobra la permanente formulación de hipótesis como mecanismo básico para el aprendizaje se establece un vínculo estrecho de influencia entre las experiencias corporales y la formación del pensamiento hipotético. Se hace especial referencia al establecimiento de esas relaciones cuando emergen de situaciones cuyos modelos de interacción presentan altos niveles de incertidumbre en los procesos de toma de decisiones y un cierto nivel de dificultad en la realización de la tarea motriz.

Por su parte, Jean-Pierre Farnose<sup>6</sup> explica esa relación por la influencia mutua que se da entre las funciones sensoriales y las funciones motrices. Esa influencia genera una permanente relación entre las operaciones mentales y el comportamiento motor a través de una de las condiciones más relevantes de las experiencias corporales: la toma de decisiones. Recientemente, el trabajo del biólogo James E. Zull aporta más elementos en esta dirección. Bajo la premisa según la cual en los organismos vivos las cosas funcionan dependiendo de su estructura, Zull identifica las conexiones naturales entre la estructura del cerebro y el aprendizaje. Su modelo sitúa diferentes partes que cumplen con tres funciones básicas y responsables del pensamiento y el aprendizaje: sensorial, integrativa y motora. Las señales del medio que se capturan a través de los diferentes sentidos son integradas por la corteza cerebral en redes en las que se adicionan las nuevas señales y que se expresan en ideas, pensamientos y planes, algunos de ellos para la acción (movimiento dirigido). La toma decisional que subyace a la elección del movimiento requerido, su pertinencia en el tiempo y en el espacio y el logro del propósito establecido, hace parte de un patrón cíclico de relaciones entre diferentes estructuras del cerebro. La función motora materializa esos planes, pensamientos e ideas en movimientos a través de sofisticados sistemas de contracción y relajación muscular.

---

<sup>5</sup> Dehaene, Stanislas; Apprendre, 2018

<sup>6</sup> Farnose, Jean-Pierre; Cognición y rendimiento motor, (1999).

En *The Journal of Pediatrics* se publicó en el 2014 un estudio<sup>7</sup> realizado sobre una población de 2038 niños, niñas y jóvenes entre 6 y 18 años de edad que exploraba la relación entre algunos componentes de la condición física (capacidad respiratoria, habilidad motora y fuerza) y el desempeño académico de esa población. Los resultados obtenidos a través de diferentes pruebas que se correlacionaron con el promedio de sus desempeños académicos les permitieron concluir que la capacidad cardiorrespiratoria a través de los procesos de angiogénesis y la habilidad motriz que se asocia a los procesos de sinaptogénesis, de manera independiente y combinada, pueden tener una influencia favorable sobre el desempeño académico de los jóvenes. Específicamente la coordinación motriz muestra una fuerte asociación con el desempeño académico. Los investigadores sugieren que las tareas motoras que demandan desafíos importantes en términos de la coordinación pueden apoyar los procesos de mejoramiento académico ya que existen estructuras comunes en el cerebro involucradas en el desempeño motor y cognitivo. Entre los mecanismos de control cognitivo que participan de la misma manera en la realización de tareas motoras complejas y en el ámbito académico encontramos la inhibición, la memoria a corto plazo y la flexibilidad cognitiva (función ejecutiva). Igualmente, los autores subrayan que la fuerza muscular no mostró ningún tipo de asociación con el desempeño académico.

Stanislas Dehaene ha insistido en la importancia de la práctica deportiva o de actividades que involucren el manejo de un elemento. Para Dehaene, esas prácticas son una fuente de ejercitación de los principales estados funcionales del cerebro sobre los que se apoyan las operaciones mentales. Fundamentalmente subraya la contribución en el mantenimiento de la atención y en la habilidad para bloquear o neutralizar diferentes estímulos como requisito previo para que entren en juego diferentes operaciones mentales que ponen en evidencia la emergencia de la consciencia. Lo que Dehaene<sup>8</sup> denomina el estado de consciencia como premisa del aprendizaje es una manifestación que se ve profundizada y beneficiada en las situaciones de juego, de la práctica deportiva, del manejo de un instrumento musical y de las diferentes expresiones del arte.

---

<sup>7</sup> UP & DOWN Study Group; Independent and Combined Influence of the components of Physical Fitness on Academic Performance in Youth, (2014).

<sup>8</sup> Dehaene, Stanislas; Le code de la conscience, (2014)

Por último, encontramos los trabajos de Rigal, Paoletti y Portman, quienes a pesar de no contar en su momento con la tecnología que hoy le permite a los neurocientíficos caracterizar los procesos que se dan en el cerebro, anticiparon relaciones desafiantes entre movimiento y pensamiento. Sus observaciones los llevaron a resaltar “la importancia de la vivencia corporal como medio de acceso al mundo del pensamiento operatorio”<sup>9</sup> y, por lo tanto, fundamento de la elaboración conceptual y de los esquemas de razonamiento. Igualmente, relacionaron el desarrollo del potencial del niño a lo que denominaron educación motriz y, desde el marco de lo que se conoció como psicología genética, identificaron el acto motor intencional como la forma más elevada y compleja del comportamiento humano.

Estas y otras investigaciones han venido orientando nuestro empeño por comprender dicha relación en el entorno escolar y por ello la necesidad de caracterizar la habilidad motora de nuestros estudiantes de básica secundaria. El propósito no es otro que generar algunos criterios que permitan definir mejores condiciones para que las competencias, las habilidades y los saberes que favorecen sus desempeños académicos, entre otros aspectos, se vean fortalecidas desde las experiencias corporales que les ofrecemos. En esa dirección, se diseñó y aplicó desde el año 2012 una prueba psicomotriz, haciendo los respectivos análisis de los resultados para generar conocimiento que soporte la toma de decisiones. Decidir apoyados en una base teórica y empírica no solo orienta los cambios al interior de la institución, sino que busca influenciar la manera como se proponen y desarrollan muchos de los encuentros lúdicos y deportivos en la UCB.

## **Metodología**

La población que participa de la prueba son estudiantes de los grados sexto, séptimo y octavo. El rango de edades está entre 11 y 15 años. Proviene de un medio socioeconómico en el que no hay mayores limitaciones para la gratificación de sus necesidades y de sus derechos. Niños, niñas y jóvenes que crecen en contextos favorecidos en términos de capital cultural, social y económico.

La prueba se aplica una vez al año en la segunda o tercera semana de febrero. Los datos se han recolectado desde el año 2013 hasta el 2020. En el video adjunto se puede

---

<sup>9</sup> Rigal, Paoletti, & Portmann, 1987.



apreciar el plano de la disposición de los materiales, los recorridos y las tareas motoras que ejecutan los estudiantes<sup>10</sup>. La prueba permite estimar el nivel de desarrollo de la coordinación dinámica general, la coordinación espacio-temporal, el manejo de ejes corporales, la propiocepción, la coordinación ojo-mano y el ajuste corporal.

Se diseñan dos pistas para el recorrido con las mismas especificaciones para que hombres y mujeres puedan presentar la prueba por separado. El desafío de la prueba es realizar el recorrido en el menor tiempo posible. Se registra el tiempo final y se indica el número de las faltas cometidas durante el recorrido. Cada falta se penaliza con la adición de cinco segundos al tiempo final. Los estudiantes tienen dos oportunidades para realizar el recorrido y el registro de los tiempos lo realizan los profesores de la escuela.

En los ocho años de aplicación de la prueba se han acumulado 1035 registros que corresponden en un 53% a hombres y en un 47% a mujeres. Es sobre ese volumen de registros que exploramos nuestras hipótesis y caracterización la población. Cada caso representa a un individuo, su tiempo en la prueba en un año específico y sus respectivos resultados académicos en el área de matemáticas y ciencias en ese mismo año.

Los tiempos recolectados en la prueba se analizan en función de las siguientes variables: género, grado, nivel de participación en los eventos deportivos de la UCB, promedio anual en las áreas de matemáticas y ciencias y resultados alcanzados en pruebas estandarizadas. El trabajo de análisis de los resultados se realiza a través de métodos estadísticos descriptivos y exploratorios, realizando igualmente las respectivas comparaciones de medias, pruebas de hipótesis, asociaciones y correlaciones.

En este proceso participan los profesores del departamento de educación física, la totalidad del grupo docente y la población estudiantil. La participación de los profesores en la recolección de los datos le atribuye un gran valor al desarrollo de la prueba en términos de responsabilidad, compromiso, rigor y significado, además, ha incrementado el nivel de disposición, emoción y reconocimiento hacia la prueba entre los estudiantes.

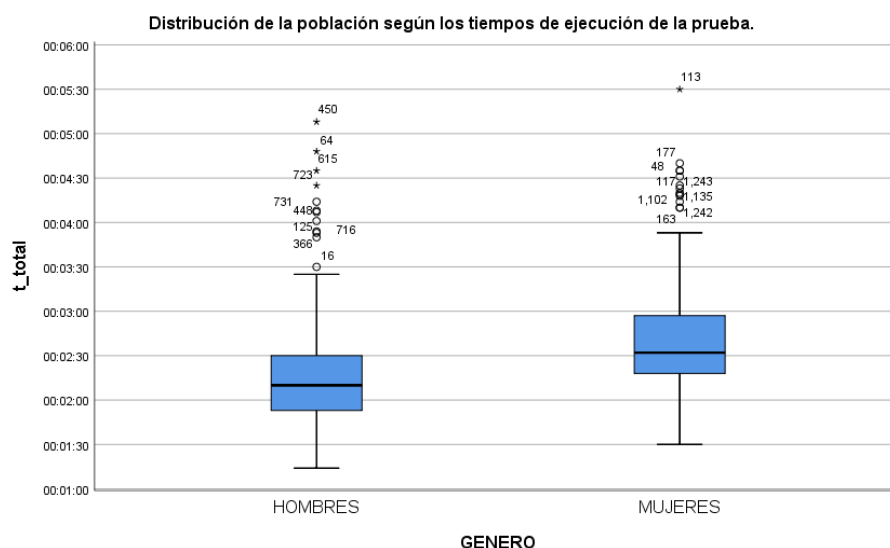
---

<sup>10</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=m2x6p9kels&feature=youtu.be>

## Resultados

### *Caracterización de la población en función del desempeño motor*

De manera general observamos (gráfico 1.) que las diferencias en el desempeño motor entre hombres (promedio 2'13'') y mujeres (promedio 2'39'') son estadísticamente significativa, siendo más progresivo el incremento de la evolución en la coordinación motriz de los hombres entre los 11 y 15 años. La diferencia entre hombres y mujeres aumenta gradualmente de sexto a octavo grado. En sexto grado la diferencia es de 21 segundos en promedio, en séptimo es de 25 segundos y en octavo grado la diferencia alcanza 34 segundos. Un 50% de la población masculina realiza la prueba por debajo de 2 minutos y 10 segundos y, en el caso de las mujeres, la mitad de ellas la realiza en menos de 2 minutos y 32 segundos. El menor tiempo observado en el caso de los hombres es de 1 minuto y 14 segundos y en las mujeres es de 1 minuto y 30 segundos. A lo largo de los ocho años de realización de la prueba, se observa que el 25% de los mejores desempeños alcanzados por las mujeres superan los tiempos observados en el 50% de la población masculina. En ambas poblaciones encontramos individuos con niveles de maduración motriz que los llevan a utilizar mucho más tiempo en la realización de la prueba.



**Gráfico 1.** Distribución de los tiempos alcanzados por hombres y mujeres en la ejecución de la prueba. Contiene todos los registros acumulados durante los ocho años de realización de la prueba en estudiantes de

sexto, séptimo y octavo grado. La mayor dispersión de la población se observa en los desempeños que superan los 2'30'' en la ejecución de la prueba.

Otra característica importante en el desarrollo de la coordinación motriz surge de la observación de la evolución en el desempeño motor a lo largo de estos tres años de escolaridad. En su paso por sexto, séptimo y octavo grado se observan diferencias significativas de un año al otro en el desempeño motor de los hombres. En las mujeres, las diferencias observadas en los desempeños no son estadísticamente significativas entre un año escolar y el otro, sin embargo, la diferencia promedio acumulada (8 segundos) entre los tiempos de ejecución de la prueba cuando están en sexto grado y cuando están en octavo es significativa<sup>11</sup>. La misma comparación, en el caso de los hombres, muestra una diferencia de 23 segundos. El gráfico 2 muestra por género el tiempo promedio alcanzado en la realización de la prueba en cada uno de los grados. En el caso de los hombres, se evidencia un incremento importante en el control y ajuste corporal a lo largo de esos tres años.

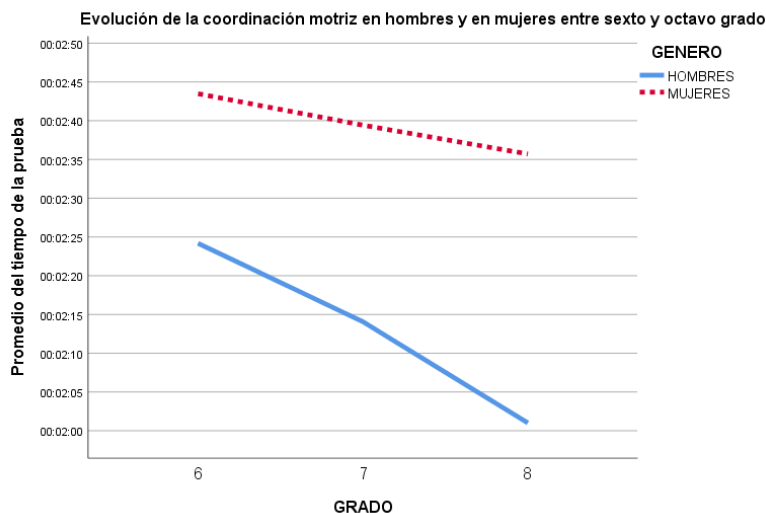
La evolución a nivel de coordinación motriz que se observa en los hombres con respecto al año anterior es significativa<sup>12</sup>. Su cuerpo crece, pero simultáneamente el contexto del que participan parece proveerles de experiencias que les permiten ir haciendo rápidamente los ajustes en tiempo y espacio que demandan sus nuevas dimensiones corporales. En el caso de las mujeres, la tendencia es la misma que se observa en los hombres, pero las diferencias observadas de un grado al otro no son estadísticamente significativas<sup>13</sup>. La evolución de los cambios y ajustes que se dan en ellas a nivel de la coordinación motriz no van al mismo ritmo de su crecimiento corporal.

---

<sup>11</sup> Comparación de promedios en mujeres entre los tiempos de la prueba alcanzados en sexto grado y en octavo grado. Test T para la igualdad de promedios:  $t = 2.140$  Sig. (bilateral) = .033

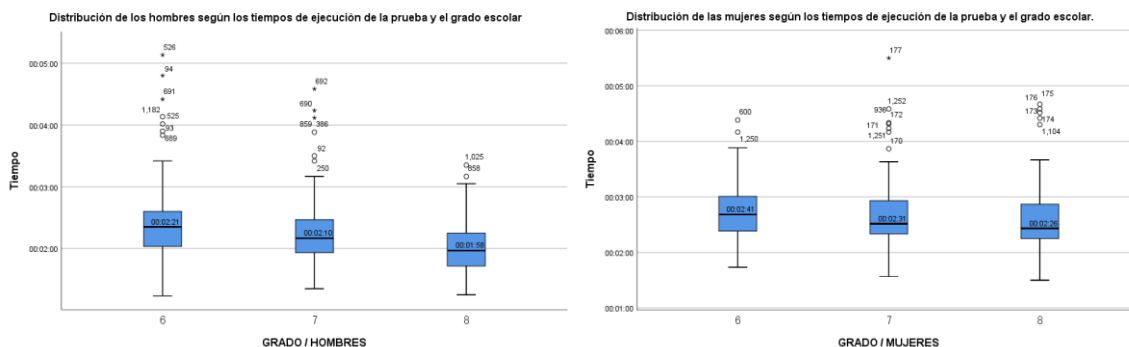
<sup>12</sup> La diferencia en el tiempo que hay de un grado al otro es estadísticamente significativa. Prueba de ANOVA de un factor: Sig. ,000. HSD de Turkey muestra igualmente diferencias significativas entre los tres grupos al nivel 0,05.

<sup>13</sup> Anova de un factor: Sig. ,214. Para que se considere una diferencia significativa entre los grados sexto, séptimo y octavo, el valor no debe ser superior a ,05.



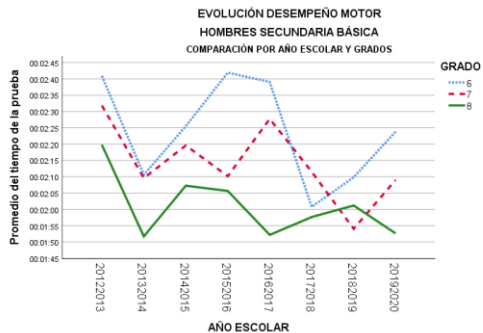
**Gráfico 2.** Evolución de los tiempos promedio en la ejecución de la prueba entre los grados de la secundaria básica. La tendencia tanto en hombres como en mujeres es de una cualificación del espectro motor siendo más amplio el rango de mejora en hombres que en mujeres.

Por otra parte, observamos que los desempeños evolucionan de manera diferente entre hombres y mujeres (gráfico 3). Entre los hombres se advierte una mayor diferenciación en el desempeño motor cuando cursan sexto grado y una reducción de esta diferencia a medida que avanzan por los otros grados. La desviación estándar en sexto grado es de 33 segundos, en séptimo de 29 segundos y en octavo de 25 segundos. En las mujeres la tendencia es inversa. En sexto grado el desempeño motor es más homogéneo al observado al final de su paso por la secundaria básica. La desviación estándar pasa de 29 a 34 segundos. Es importante anotar, que a pesar del contraste observado en las tendencias de evolución de la coordinación motriz al interior del grupo de hombres y de mujeres, la mayor parte de los mejores desempeños en la prueba se observan tanto en hombres como en mujeres que cursan octavo grado y mantienen un alto nivel de enganche en la práctica deportiva.



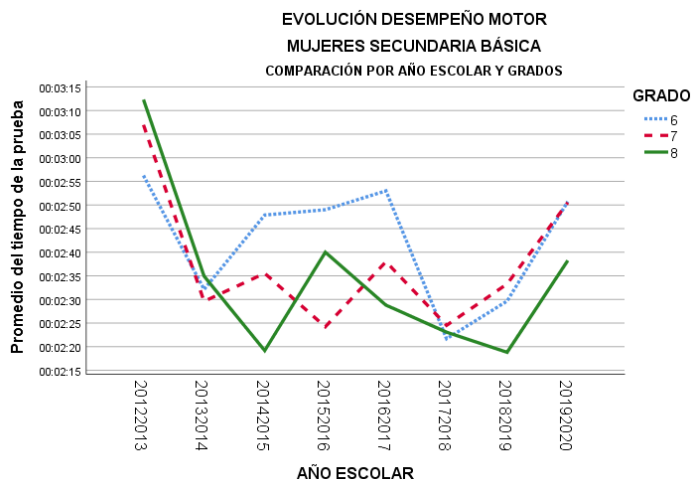
**Gráfico 3.** Distribución de los desempeños de la población según género y grado. En las cajas de bigotes se observa que en los hombres las diferencias en los desempeños son mayores en sexto que en octavo y en las mujeres las diferencias son menores en sexto con respecto a los otros grados.

El patrón general del desempeño motor en hombres y en mujeres puede ser observado en los siguientes gráficos. En las ocho generaciones de estudiantes que han presentado la prueba se puede constatar que en el caso de los hombres (gráfico 4) se consolida una cualificación en la evolución del comportamiento motor entre un grado y el otro. En cada año escolar se observa una reducción gradual del tiempo de ejecución de la prueba de sexto a octavo grado. La curva de desempeño de los hombres en grado octavo presenta los mejores tiempos promedio alcanzados en la prueba y el rango de diferencias entre los diferentes años escolares es menor que en los otros grados. Los hombres en sexto grado necesitan de más tiempo para la realización de la prueba y hay un mayor rango de diferencia en los desempeños entre las generaciones que han presentado la prueba. Solo se observa un grupo de estudiantes entre los años 2017 y 2019 cuyos desempeños modificaron el patrón general, siendo sus desempeños mejores a los del grado inmediatamente superior. En ese grupo de estudiantes no solo se observaron desempeños destacados en la coordinación motriz sino igualmente en sus logros académicos y en las expresiones estéticas (música y arte).



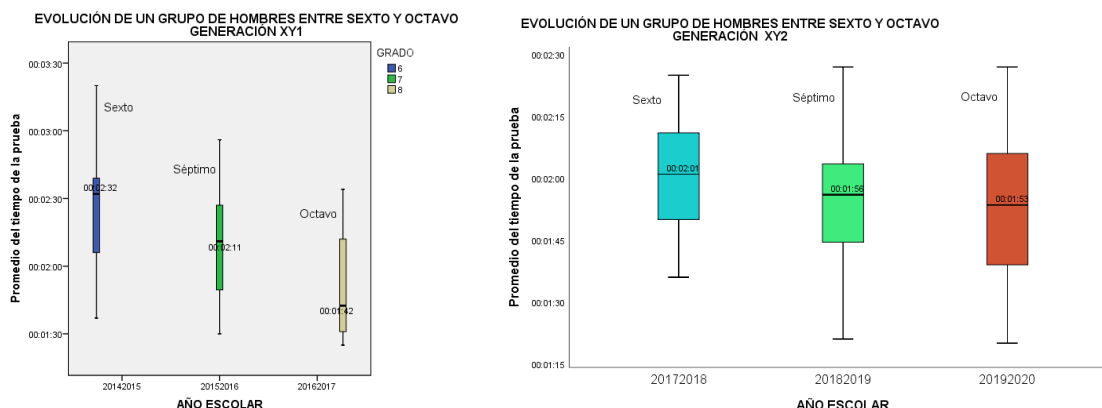
**Gráfico 4.** Evolución del desempeño motor en los hombres de la secundaria básica diferenciados por grado escolar. Las curvas muestran el promedio del tiempo alcanzado por cada grupo en la ejecución de la prueba en cada año escolar en el que fue realizada. Comparativamente se observa un menor tiempo en la ejecución de la prueba a medida que los estudiantes avanzan de un grado al otro.

En el caso de las mujeres (gráfico 5), el comportamiento de las curvas evidencia la dificultad para establecer un patrón en función de un incremento lineal de las diferencias en el desempeño motor entre un grado y el otro. La diferencia del desempeño motor entre los grados a través de los ocho años escolares comparados tiene un comportamiento aleatorio. El 50% de los registros muestran que los tiempos promedio de las mujeres en octavo grado son inferiores a los de los otros grados y en el otro 50%, sus tiempos son iguales o superiores a los de los grados sexto y séptimo. Al parecer, las características propias a cada grupo tienen un efecto importante en la evolución de la coordinación motriz. Si bien la tendencia general va en la misma dirección de la observada en los hombres, no hay una consolidación gradual de las diferencias en los desempeños entre un grado y el otro. Tal comportamiento plantea la necesidad de explorar la influencia de otras variables relacionadas con los patrones de crianza y las representaciones de género. Por ejemplo, el promedio del desempeño que alcanza un grupo en la prueba esta altamente impactado por la cantidad de mujeres que participan en actividades deportivas, a lo que subyace todo un conjunto de creencias, valoraciones y representaciones sociales que se movilizan en el entorno familiar.



**Gráfico 5.** Evolución del desempeño motor en las mujeres de la secundaria básica diferenciados por grado y año escolar. Las curvas muestran el promedio del tiempo alcanzado por cada grupo en la ejecución de la prueba en cada año escolar en el que fue realizada. Comparativamente se observa que no hay un patrón definido en términos del crecimiento y del paso de un grado escolar al otros en la caracterización de los desempeños.

Finalmente, el seguimiento efectuado a cada una de las generaciones que han pasado por los tres grados de secundaria básica muestra que de todas maneras las dinámicas y características de cada cohorte establecen distinciones que son aún objeto de estudio y comprensión. Si bien la comparación entre las diferentes generaciones de la población masculina reitera el patrón observado según el cual la tendencia es a disminuir las diferencias en el desempeño motor entre los hombres y hacer rápidamente los ajustes a medida que crecen y, en consecuencia, efectuar la prueba en un menor tiempo, no son homogéneas las expresiones de todas las variables. El gráfico 6, por ejemplo, ejemplifica los desempeños de dos generaciones que lograron los mejores promedios en los registros que se tienen hasta ahora en la prueba, pero con un comportamiento diferente en la distribución del desempeño motor. En la generación XY1 se observa una movilización de los desempeños a todos los niveles. Tanto en el grupo de estudiantes con los más altos tiempos en la ejecución de la prueba como en el 50% de quienes alcanzaron los mejores desempeños se observa una evolución favorable. En la generación XY2 se observa sobre todo una evolución favorable en el grupo con los mejores desempeños de la prueba y una estabilización de los desempeños en la población con los tiempos más altos en la prueba.



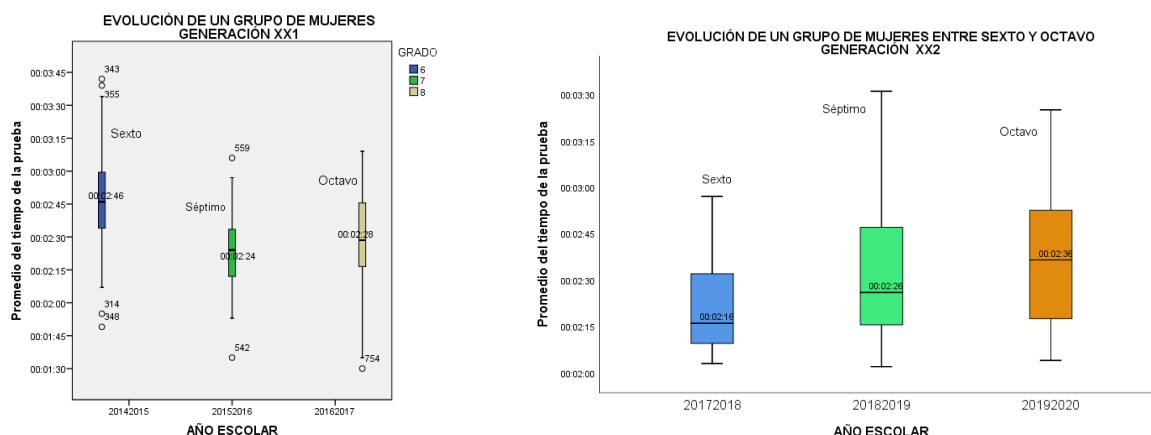
**Gráfico 6.** Monitoreo a cada grupo de hombres en su paso por secundaria básica. La distribución y comparación de sus desempeños en cada grado cursado permite caracterizar la trayectoria de la evolución.

En las diferentes generaciones de mujeres, la observación más recurrente muestra una evolución favorable entre sexto y séptimo grado y una tendencia a mantener el mismo nivel de desempeño entre séptimo y octavo grado, pero al igual que en los hombres, cada generación genera dinámicas particulares de evolución en la prueba. El gráfico 7 muestra dos generaciones con diferentes trayectorias en la evolución de sus desempeños. La generación XX1 inicia la escuela básica secundaria con importantes diferencias en los desempeños dentro del grupo. En su paso por séptimo grado el grupo mejora en todos los niveles sus desempeños y en octavo grado, las mujeres con los tiempos más eficientes de la prueba mejoran aún más sus desempeños. El 50 % de las mujeres con los tiempos más altos en la realización de la prueba se mantiene estable. La generación XX2 empezó la secundaria con el mejor tiempo promedio observado en mujeres de sexto grado y el tercer mejor registro alcanzado en la historia de la prueba. Si bien un pequeño grupo mantuvo sus registros a lo largo de séptimo y octavo grado, la mayor parte tuvo desempeños inferiores a los alcanzados en sexto grado.

El monitoreo de las diferentes generaciones en las trayectorias que caracterizan la evolución de su desempeño motor genera interrogantes ambiciosos en la exploración de los factores que influyen las dinámicas de grupo. Por ejemplo, ¿Cuál es el nivel de conciencia y apropiación que tienen los miembros de un grupo de la relación entre esfuerzo y logro? ¿Qué papel cumple la búsqueda de la excelencia dentro de las dinámicas de



relación social al interior de un grupo? ¿Cuál es el nivel de valor que el grupo le atribuye a la prueba y que impacto tiene en las dinámicas de reconocimiento social?



**Gráfico 7.** Monitoreo a cada grupo de mujeres en su paso por secundaria básica. La distribución y comparación de sus desempeños en cada grado cursado permite caracterizar la trayectoria de evolución.

### *Coordinación motriz y desempeño académico*

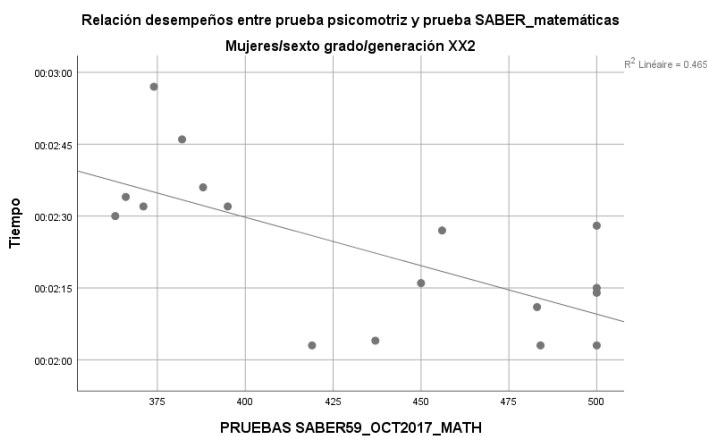
Para explorar la hipótesis según la cual los estudiantes que alcanzan altos niveles de coordinación motriz igualmente logran altos desempeños académicos, cruzamos los resultados obtenidos en la prueba psicomotriz con el desempeño alcanzado en asignaturas como ciencias y matemáticas al igual que los resultados conseguidos en algunas pruebas estandarizadas aplicadas en el año escolar respectivo. Nuestra hipótesis es que los tiempos menores de la prueba psicomotriz se asocian con los más altos niveles de desempeño académico, estableciendo una relación lineal invertida, y que ello se refleja en un coeficiente de relación (inclinación de la curva) que soporte la intensidad de esta. En diferentes momentos y con diferentes grupos fueron incluidas algunas variables como, por ejemplo, la participación en actividades deportivas extracurriculares.

Es importante anotar que la información procedente del ámbito académico responde a sistemas de evaluación que manejan ciertos grados de subjetividad en la estimación del desempeño. Cada vez que se tuvo la oportunidad de cruzar la información de la prueba psicomotriz con los resultados de pruebas estandarizadas se observaron algunos cambios con respecto a la información obtenida del sistema de evaluación de la institución educativa. Sin embargo, destacamos que en las dinámicas de la vida escolar de la

institución de donde proceden los datos de este estudio, es frecuente observar que gran parte de los estudiantes reconocidos por sus desempeños académicos se caracterizan igualmente por su participación en actividades deportivas y artísticas.

Con cada una de las cohortes de estudiantes se hace el cruce de los desempeños a través de gráficos de dispersión y se establece la linealidad de la relación soportada por un análisis de correlación. El no contar con una evaluación estándar y permanente de los desempeños académicos limita la generalización de los resultados o la definición de un patrón. Los siguientes gráficos ejemplarizan dicha dificultad.

A los estudiantes de la generación XX2 se les aplicaron pruebas estandarizadas externas<sup>14</sup> en matemáticas cuando cursaron sexto grado y octavo grado. Los resultados observados a través de los datos obtenidos en sexto grado muestran que en las mujeres había una nítida relación entre sus desempeños motores y sus logros académicos en matemáticas y en ciencias. Las mujeres con mejor nivel de desarrollo de su coordinación motriz alcanzaron los más altos desempeños en la prueba de matemáticas según la escala de las pruebas Saber 359, mientras aquellas que demoraron más tiempo en la realización de la prueba obtuvieron resultados más bajos. El nivel de significación de la correlación encontrada fue inferior a 0.05<sup>15</sup> (gráfico 8).

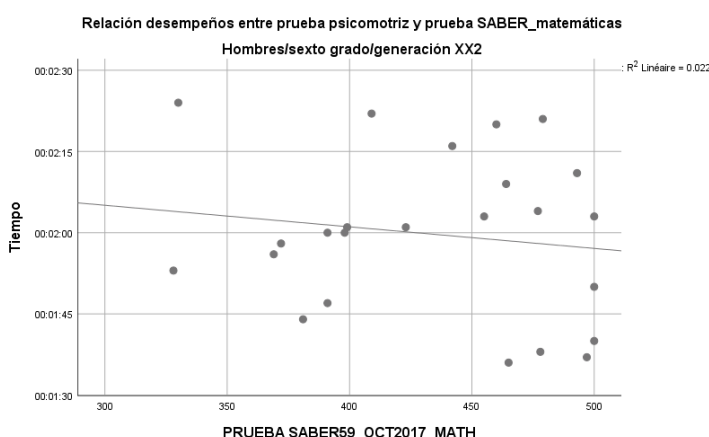


**Gráfico 8.** Dispersión de la relación de los desempeños de las mujeres. La tendencia dominante es que los más altos resultados en la prueba Saber de matemáticas fueron alcanzados por las mujeres con un mayor nivel de coordinación motriz.

<sup>14</sup> En sexto grado aplicaron a las pruebas Saber 359 y en octavo grado a las pruebas MAP.

<sup>15</sup> Correlación de Pearson  $-.682^{**}$ . La correlación es significativa a un nivel del 0.01 (bilateral)

En el caso de los hombres los resultados no permitieron establecer una relación suficientemente significativa en el sentido de la hipótesis. La tendencia mostró el mismo sentido que la curva que en las mujeres, pero no la misma fuerza de relación para ese año escolar<sup>16</sup>. El gráfico 9 muestra como un grupo de estudiantes que alcanzaron tiempos por debajo de los 2 minutos en la prueba psicomotriz no superaron los 400 puntos en la prueba Saber.



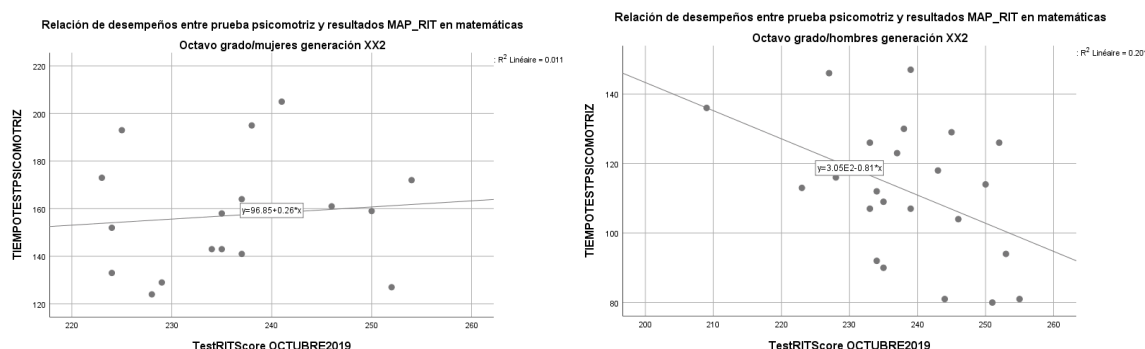
**Gráfico 9.** Dispersión de la relación de los desempeños de los hombres. No se evidencia una linealidad bien definida en la relación de los desempeños entre las pruebas.

Dos años más tarde, la misma generación presentó una nueva prueba estandarizada en matemáticas (MAP) y sus resultados fueron relacionados con los tiempos obtenidos en la prueba psicomotriz realizada el mismo año. El comportamiento de la dispersión de los desempeños fue inverso. En las mujeres no se observó ningún tipo de correlación entre los resultados de ambas pruebas siendo que cuando cursaron sexto grado se observaba una nítida correlación. En los hombres se estableció una relación significativa<sup>17</sup> entre su nivel de coordinación motriz y los resultados en la prueba MAP. En el gráfico 10 es posible observar ambas dispersiones y notar que incluso el sentido de la relación es opuesto. En la vida escolar de esta generación en su paso por básica secundaria, fue evidente el incremento del enganche en la práctica deportiva de la población masculina y de los

<sup>16</sup> Sig. (bilateral) .228; Correlación de Pearson -.290.

<sup>17</sup> Mujeres, correlación de Pearson .104. Hombres, correlación de Pearson -.449, significativa a un nivel de 0.05.

esfuerzos que se movilizaron por mantener, al menos a un grupo de mujeres, activas en los eventos deportivos.



**Gráfico 10.** La relación entre los resultados de ambas pruebas tiene un comportamiento muy diferente al observado dos años atrás. En las mujeres no se observa ningún tipo de correlación sobre todo en los desempeños intermedios (230 a 240 punto RIT). En los hombres se observa una nítida correlación que va en el sentido de la hipótesis.

Si bien las diferentes expresiones que observamos en el monitoreo de cada cohorte no permiten negar ni afirmar la hipótesis, con alguna frecuencia advertimos en el análisis de los datos una relación favorable entre coordinación motriz y desempeño académico en las mujeres. Al parecer, en la población femenina en esos rangos de edad los logros en los aprendizajes escolares se ven favorecidos cuando cuentan con un engrama motor más complejo.

En otros análisis hechos con algunas cohortes de estudiantes y en los que se introducen otras variables muestran que en el caso de los hombres la mayor parte de los resultados obtenidos no permiten establecer una relación directa entre el nivel de coordinación motriz expresado por el tiempo de ejecución de la prueba y su desempeño académico en ciencias y matemáticas según los datos obtenidos del sistema de evaluación institucional. En este análisis identificamos a cada estudiante por el nivel de participación en los diferentes eventos deportivos que ofrece la UCB con las categorías no participa, participa parcialmente o participa totalmente. Esta categorización supone que los estudiantes que participan de toda la oferta de actividades deportivas que ofrece la UCB tendrían mejores desempeños en la prueba psicomotriz y, por ende, en el ámbito

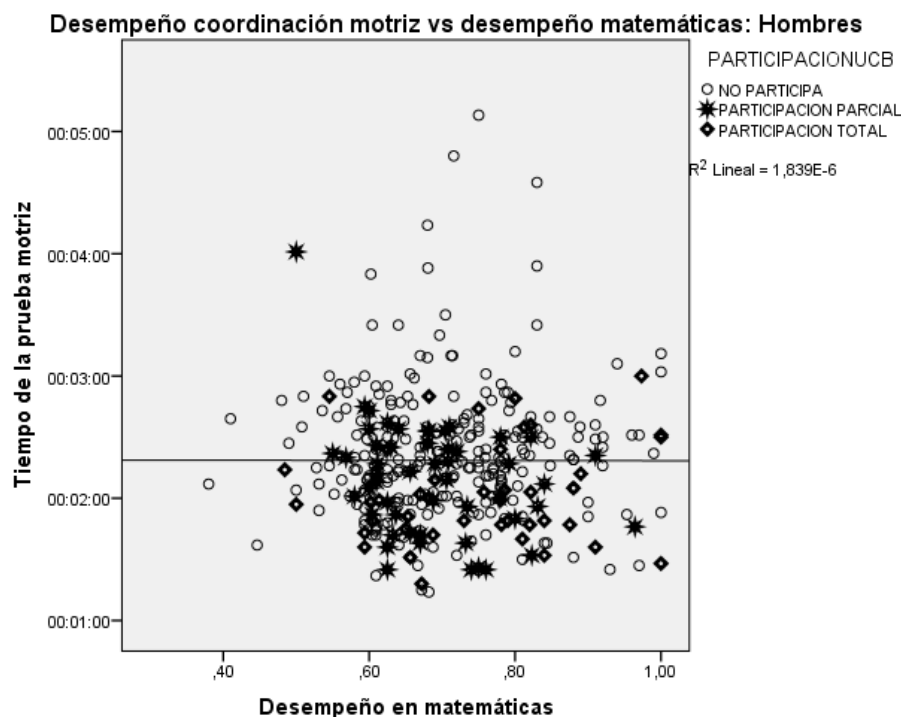
académico. La participación parcial hace referencia a la implicación del estudiante en no más de tres eventos de los que propone la UCB. Normalmente la participación parcial está asociada a procesos de especialización motriz temprana que llevan a los hombres y mujeres en estas edades a realizar una sola práctica deportiva y limitar su desarrollo motor al manejo de unos pocos gestos deportivos. La participación total, identifica a los estudiantes, hombres y mujeres, que participan de toda la oferta (baloncesto, voleibol, fútbol y atletismo) y que por lo tanto incrementan la cantidad de gestos motores y son garantes de una amplia “biblioteca motriz”.

El gráfico 11 presenta la dispersión de los casos analizados y se constata que los mejores desempeños en el área de matemáticas no están necesariamente ligados a los tiempos de mayor eficiencia en la realización de la prueba psicomotriz<sup>18</sup>. El resto de la distribución tiene un comportamiento aleatorio. La nube de puntos en el caso de la relación entre los resultados de la prueba psicomotriz y el desempeño en matemáticas es muy similar a la que se observa para el caso de ciencias<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Sig. (bilateral) = ,980 Correlación de Pearson. El valor absoluto indica la fuerza de la relación entre el desempeño en matemáticas y el desempeño en la prueba psicomotriz. En este caso el valor alcanzado es -,001 lo que indica la debilidad de esa relación.

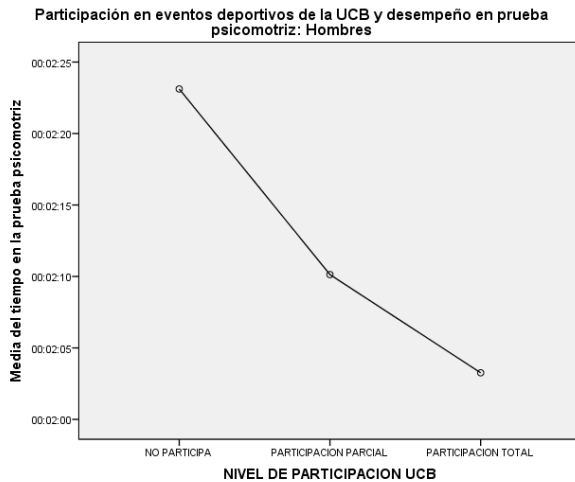
<sup>19</sup> Matemáticas: Sig. (bilateral) ,980; ciencias: Sig. ,759; español: Sig. ,350. Correlación de Pearson.



**Gráfico 11.** Cruzando los resultados de la prueba psicomotriz con los alcanzados en el área de matemáticas se observa que no se establece una progresión lineal en la relación. Quienes tienen los tiempos más altos en la ejecución de la prueba psicomotriz no presentan los más bajos desempeños en matemáticas ni viceversa.

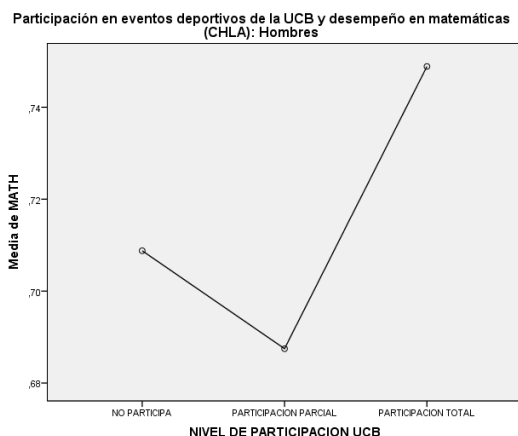
El gráfico 12 muestra que en función del grado de participación en la oferta deportiva de la UCB hay un efecto sobre el desempeño en la prueba psicomotriz. Esas diferencias son estadísticamente significativas entre quienes no participan y los otros dos grupos<sup>20</sup>. Los 7 segundos que hay de diferencia entre quienes participan total o parcialmente en la oferta deportiva extracurricular no son significativos estadísticamente, sin embargo, el grupo de estudiantes que participa en todos los eventos es quien alcanza en promedio mejores desempeños en la prueba.

<sup>20</sup> Comparaciones múltiples, HSD de Turkey. No participa vs participación parcial, Sig. ,019. No participa vs participación total, Sig. ,001.



**Gráfico 12.** Curva del promedio de los desempeños en la prueba psicomotriz a partir de grado de participación de los estudiantes-hombres en los eventos deportivos de la UCB.

La comparación entre estos tres grupos a nivel de los promedios observados en el área de matemáticas, gráfica 13, muestra que quienes participan en todos los eventos deportivos logran mejores desempeños en esa área. Curiosamente, los más bajos desempeños se observan en quienes tienen una participación parcial, sabiendo de antemano que no tienen una diferencia significativa en el desempeño motor con respecto al grupo de participación total. El comportamiento de la curva cuestiona parte de los fundamentos de la hipótesis, más aún cuando la diferencia entre quienes tienen una participación total y los que no participan, no resulta significativa (Sig. ,095). Dicho comportamiento es el mismo frente al desempeño en ciencias, pero las diferencias entre los grupos no son significativas (Sig. ,445).



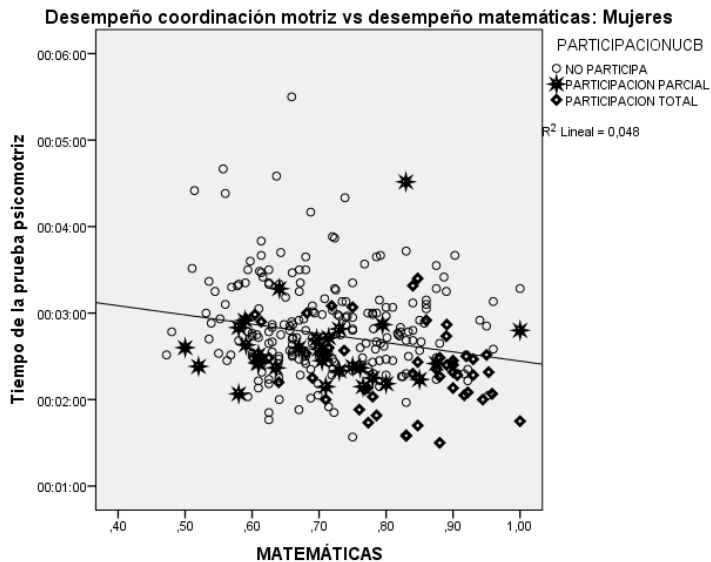
**Gráfico 13.** Curva del promedio de los desempeños en el área de matemáticas a partir de grado de participación de los estudiantes-hombres en los eventos deportivos de la UCB.

En el caso de las mujeres los resultados muestran un vínculo significativo entre su desempeño motor y académico<sup>21</sup>. El gráfico 14 pone en evidencia que quienes tienen menores tiempos en la realización de la prueba son igualmente las que presentan los mejores desempeños en el área de matemáticas y viceversa. En esta misma gráfica también se puede observar que quienes tienen un mayor nivel de participación en los eventos deportivos de la UCB alcanzan desempeños importantes en la prueba psicomotriz y logran altos desempeños en el área de matemáticas. La dispersión de este gráfico se observa igualmente con los datos del área de ciencias<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> El valor absoluto en la correlación de Pearson es de  $-.219$ . El signo negativo indica que hay una relación inversamente proporcional; a menor tiempo en el desempeño de la prueba, mayor porcentaje de desempeño académico. La correlación (bilateral) es significativa al nivel  $0,01$ .

<sup>22</sup> Correlación de Pearson  $-.165$ . Significativa a nivel  $,005$ .

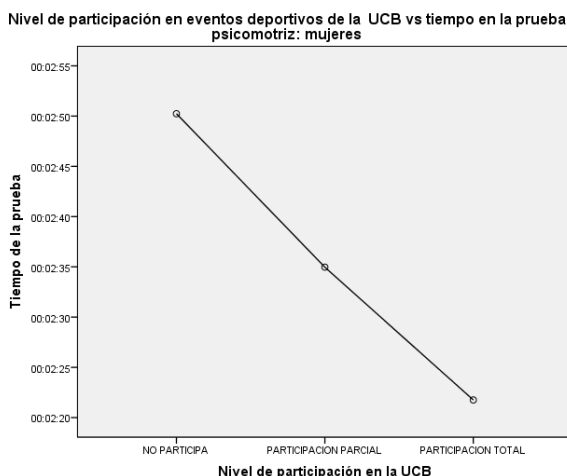




**Gráfico 14.** La dispersión muestra una linealidad en el sentido de la hipótesis en el caso de las mujeres. La tendencia es que quienes tienen mejores niveles de coordinación motriz, lo que se refleja en los tiempos más bajos en la ejecución de la prueba, igualmente alcanzan desempeños académicos altos en el área de matemáticas.

En el gráfico 15 y 16 se pueden apreciar las diferencias que se establecen entre las mujeres a partir de su nivel de exposición a la realización de tareas motoras diversas y complejas. Con respecto a la prueba psicomotriz, el grupo que no participa en ningún evento de la UCB muestra el más bajo desempeño con 2 minutos y 50 segundos en promedio y la diferencia con respecto a los otros dos grupos es estadísticamente significativa<sup>23</sup>. Entre quienes participan parcialmente y totalmente, la diferencia observada no es estadísticamente significativa en términos de sus desempeños en la prueba psicomotriz pero el grupo de mujeres que participa de toda la oferta de actividades deportivas extracurriculares muestra un mejor promedio.

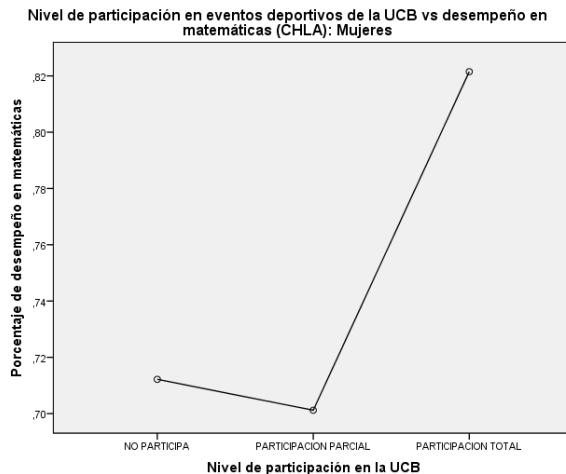
<sup>23</sup> Sig. ,038 frente al grupo de participación parcial y Sig. ,000 frente al grupo de participación total.



**Gráfico 15.** Curva del promedio de los desempeños en la prueba psicomotriz a partir de grado de participación de los estudiantes-mujeres en los eventos deportivos de la UCB.

A nivel del desempeño académico, el grupo de mujeres que tiene una total participación en los eventos de la UCB presenta el mejor promedio en el área de matemáticas y la diferencia con los otros dos grupos es significativa<sup>24</sup>. Este es sin duda una información que cobra mucho valor frente a la caracterización que se ha venido haciendo de nuestra población estudiantil. De todas maneras, la ausencia de una diferencia importante entre el grupo de quienes no participan y el grupo de quienes participan parcialmente genera interrogantes valiosos para la exploración de la tendencia a la especialización motriz temprana en la que incurren padres e instituciones educativas.

<sup>24</sup> Diferencia significativa a nivel ,05.



**Gráfica 16. Gráfico 13.** Curva del promedio de los desempeños en el área de matemáticas a partir de grado de participación de los estudiantes-hombres en los eventos deportivos de la UCB.

### Decisiones que tomar

Los primeros resultados de la caracterización de nuestra población generan múltiples interrogantes sobre las premisas que subyacen a la hipótesis. Por ejemplo, si nos apoyamos en los desempeños académicos según el sistema de evaluación institucional, las mujeres alcanzan mejores promedios que los hombres en cada una de las áreas comparadas. Si por un momento abstraemos la variable de género, nos encontramos un grupo con mejor desempeño motor que evidencia menores desempeños académicos (los hombres) y otro grupo con menor desempeño motor que evidencia un mejor desempeño académico (las mujeres).

Esto pone en evidencia la necesidad de identificar y controlar otras variables que pueden influenciar significativamente dicha relación y hacer un diseño de análisis multifactorial. Observamos que las características del desarrollo de hombres y mujeres en esos rangos de edad resultan determinantes en la comprensión y estimación de las tesis que soportan la hipótesis. Igualmente, podríamos deducir que manifestaciones como los hábitos de estudio, el tipo de actividades realizadas por fuera del entorno escolar, el ámbito familiar (capital cultural y hábitos familiares), el manejo del sueño y de la fatiga, la incorporación de la relación esfuerzo-logro en sus patrones de crianza, el valor atribuido a la búsqueda de la excelencia, el modelo educativo y especialmente, la fiabilidad del sistema de evaluación en la descripción de las habilidades y competencias del estudiante son fuentes de

explicación y comprensión de la manera como se establece u observa la relación entre pensamiento y movimiento. Una aproximación multidimensional se hace necesaria con el fin de poder dar cuenta de la influencia que se ejerce entre desarrollo motor y desempeño académico en la vida escolar.

Por otra parte, el nivel de evolución de la coordinación motriz que se observa en las mujeres en su paso por sexto, séptimo y octavo plantea importantes interrogantes sobre el nivel exposición y demanda que tienen sus prácticas habituales en términos de la implicación del cuerpo en tareas complejas de movimiento. Esos resultados sugieren una revisión y diferenciación del tipo de prácticas corporales que se les ofrece a ellas en el momento en que se dan importantes transformaciones en su cuerpo. Es evidente que se requiere un incremento gradual del nivel de participación y exigencia en la demanda de coordinación motriz en el paso de un grado al otro.

Si bien los coeficientes de correlación que arrojaron los análisis de los datos en el caso de los hombres no permiten generalizar ni establecer una relación entre coordinación motriz y desempeño académico, lo observado en el grupo de estudiantes que tienen un alto nivel de participación en los eventos de la UCB deja una puerta abierta para revisar y estudiar otras variables que deberían tenerse en cuenta en la estimación de dicha relación en ese momento del desarrollo. Los resultados alcanzados por ese grupo de estudiantes en el ámbito académico deben ser objeto de un mayor discernimiento antes de tomar cualquier decisión en términos de generalización o negación de dicha relación.

En el grupo de las mujeres es en donde más claramente se observa la influencia o el nivel de asociación entre coordinación motriz y desempeño académico. Según estos resultados, de carácter exploratorio, se debería priorizar el incremento de la cobertura, más que de la selección, sobre la población femenina en la oferta de actividades extracurriculares con énfasis en experiencias corporales que demanden la coordinación motriz. Los resultados evidencian que las mujeres que tienen un espectro más diverso en su habilidad motriz, por su participación en la totalidad de la oferta de eventos deportivos que tiene la UCB, no solo logran desempeños destacados en el ámbito académico, sino que registran tiempos en la realización de la prueba psicomotriz que superan el nivel de desempeño de más del 75% de la población masculina.

Por último, se hace necesario identificar en la población que no tiene ningún tipo de participación en los eventos deportivos de la UCB, a qué otro tipo de actividades y con qué frecuencia se expone a ellas después de la jornada escolar y qué nivel de contribución generan dichas actividades en la coordinación motriz. El no poder observar una diferencia significativa entre los que no participan y el grupo que participa parcialmente subraya la pertinencia de la consideración de otras variables.

### **Reflexiones y conclusiones en el ámbito escolar**

*Cada joven debe reconocer que trabajar con sus manos, con su corazón, con su mente, que están interconectados, es la expresión más elevada de la evolución de nuestra especie.*

*Vandana Shiva*

El proceso emprendido desde hace ocho años ha permitido superar la aproximación exclusivamente intuitiva de la estimación del logro de nuestras metas, haciendo que las dinámicas de verificación permeen la práctica de los docentes y sus formas de relación. La necesidad de verificar nuestros postulados, creencias y convicciones a través del ejercicio sistemático de recolección y análisis de nuestros propios datos ha tenido un efecto directo en el diseño del currículum y la planeación de las clases, siendo la población estudiantil la principal beneficiada por la cualificación permanente de los procesos de formación.

Para el departamento de Educación Física y para el cuerpo docente, la introducción de cambios en la aproximación a la educación de las nuevas generaciones es un hecho que este tipo de ejercicios investigativos estimula. Entender los efectos de muchas de nuestras prácticas cotidianas, demanda asumir una mirada reflexiva en torno a las herramientas que usamos garantizar el logro de los objetivos planteados. Generalizar el paso del supuesto a la verificación es nuestro actual desafío. Las dinámicas de colaboración en el equipo docente han cobrado un protagonismo en el diseño de evidencias y pruebas en diferentes áreas del conocimiento y una aproximación interdisciplinaria hacia ciertas prácticas. Esto ha permitido establecer un diálogo con otros actores y ha generado la necesidad de comprender profundamente los procesos que se viven en la vida escolar.

## Referencias

- Dehaene, S. (2014). *Le code de la conscience*. Paris: Odile Jacob.
- Dehaene, S. (2018). *Apprendre*. Paris: Odile Jacob.
- Esteban-Cornejo, Irene and others on behalf of UP & DOWN Study Group. (2014, August). Independent and Combined Influence of the Components of Physical Fitness on Academic Performance in Youth. *The Journal of Pediatrics*, 165, 306 - 312.
- Famose, J.-P. (1999). *Cognición y rendimiento motor*. Barcelona: INDE.
- Llinas, R. (2002). *El cerebro y el mito del yo*. Bogotá: Editorial Norma S.A.
- Rigal, R., Paoletti, R., & Portmann, M. (1987). *Motricidad: aproximación psicofisiológica*. Madrid: Les presses de l'université de Québec.
- Zull, J. E. (2002). *The Art of changing the brain*. Quicksilver Drive: Stylus Publishing.